نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۵،زمستان ۹۸

تحلیل آماره‌ها و بی‌هنجاری‌های بارش های ایران در دوره گرم سال (۲۰۱۰-۱۹۵۱)

دریافت مقاله: ۹۷/۱/۳ **پذیرش نهایی**: ۹۷/۵/۱۱

صفحات: ۹۸-۷۹

حسین علی روحبخش سیگارودی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
Email: hosseinrb@yahoo.com
مصطفی کرمپور: استادیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران[۱].
Email: mostafa_karampoor@yahoo.com
محمد مرادی: استادیار پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
Email: Moradim36@gmail.com
مجید آزادی: دانشیار و هیئت علمی پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
Email: azadi68@hotmail.com
هوشنگ قائمی: استاد پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
Email: Hoo_ghaemi@yahoo.com

چکیده

بررسی تغییر پذیری الگوی فضائی- زمانی بارش که می تواند منجر به تغییر اقلیم شود، به دلیل تاثیر گذاری شدید آن در عرصه های مختلف مورد توجه می باشد. به همین منظور پس از دریافت داده های بارش روزانه ۲۷ ایستگاه همدیدی در دوره ۶۰ ساله(2010-1951) کیفیت آن بررسی و مجموع بارش ماهانه و آماره های لازم برای ادامه فرایند تحقیق از قبیل میانگین، ضریب تغییرات، چولگی، برآورد احتمال ۲۰٪ حد بالای بیشینه و کمینه میانگین بارش از طریق تجربی برای یک دوره ۶۰ ساله و دو دوره ۳۰ ساله(1980-1951 و ۲۰۱۰-۱۹۸۱) و دو دوره ۱۰ ساله (۱۹۶۰-۱۹۵۱ و ۲۰۱۰-۲۰۰۱) برای هریک از فصول بهار و تابستان محاسبه گردید. بررسی ها تغییرات نسبتا کمی را در الگوهای بارش بهار و تابستان، در سواحل کاسپین، شمال غرب و غرب، طی ۳۰ ساله و ۱۰ ساله دوم نسبت به دوره ۶۰ ساله و ۳۰ ساله و ۱۰ ساله اول نشان می داد. به طور کلی از شمال و شمال غرب به سوی جنوب و جنوبشرق از میانگین بارش کاسته و بر مقدار ضریب تغییرات و چولگی افزوده شد. به غیر از حوزه کاسپین، در بقیه ایستگاه ها میانگین بارش بهاره بیشتر از میانگین بارش دوره تابستان بود. تفاوت آشکاری در ویژگی های بلند مدت بارش و تغییرات آن وجود داشت. نکته قابل توجه افزایش ضریب تغییرات دوره ۳۰ ساله و ۱۰ ساله دوم نسبت به دوره های متناظر در همه ایستگاه‌ها بود که بیانگر کاهش میانگین ماهانه و فصلی بارش بهار و تابستان است که نتایج روندیابی و تفاضل دهه اول از دهه دوم نیز آن را تائید نموده است. بیشترین کاهش در نیمه شمالی و غربی رخ داده است. در ۳۰ سال دوم توالی سال‌های خشک

۱. **نویسنده مسئول**: لرستان، خرم آباد، کمالوند، دانشگاه لرستان، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا ، ۰۹۱۶۳۶۱۸۹۰۷

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

فراگیر و ایستگاه های درگیر با خشکسالی بیشتر شده است. لذا تغییر اقلیم برای سواحل کاسپین و نیمه غربی کشور تائید شد.

کلیدواژگان: بارش، میانگین، من-کندال، احتمال ۲۰٪ بیشینه و کمینه بارش، سال های خشک.

مقدمه

بررسی و ارزیابی تغییرات بارش از نظر فضایی-زمانی، به جهت نقش آن در اقلیم، محیط زیست، منابع آب، کشاورزی، صنعت و غیره مورد توجه خاص هواشناسان و اقلیم شناسان است. زیرا هر گونه تغییری در جهت افزایش و یا کاهش آن می تواند دگرگونی های شدیدی را در زمینه های اقلیمی، زیستی واقتصادی- اجتماعی بوجود آورد. وجود پرفشار جنب حاره در نواحی جنوب خلیج فارس و شمال شبه جزیره عربستان و جابجایی آن به سوی شمال، جنوب، شرق و غرب، سبب تغییرات شدیدی در مقدار بارش های همرفتی بهاره و تابستانه کل کشور می شود. هنگامی که پرفشار مزبور در نواحی جنوبی خلیج فارس قرار گرفته باشد، سامانه های میان مقیاس نقش آفرین بوده و به خوبی می توانند بارش قابل ملاحظه ای را در نیمه شمالی و غربی کشور ایجاد کنند. از طرفی مقادیر کم میانگین بارش بهاره و تابستانه موجب شده تا کمترمورد توجه پژوهشگران قرار گیرد.از این رو لازم است هر گونه تغییری دررفتار دراز مدت این پراسنج در دوره گرم سال مورد توجه جدی واقع شود تا بتوان با شناخت و آگاهی کامل از فرصت ها و چالش های منطقه ای ناشی از این تغییرات ، به مدیریت و برنامه ریزی محیطی همت گماشت. (Kadioglu, 2000,p1743) در بررسی تغییرات ناحیه ای بارش های فصلی در ترکیه با استفاده از روش های آماری پارامتری فضایی پیرسون و ماتریس همبستگی رتبه ای ناپارامتری اسپیرمن، نشان می دهد که به طور کلی سه عامل در توزیع فصلی بارش در سراسر ترکیه موثرند. فرایندهای هواشناسی مانند طوفان های چرخندی در پائیز و زمستان به عنوان اولین عامل بارش در سراسر ترکیه به شمار می روند. آرایش ارتفاعات بویژه در بارش مناطق مرکزی و شرق ترکیه به عنوان دومین عامل معرفی شده است. عامل سوم تاثیر دوری و نزدیکی به دریا را در توزیع فصلی بارش معرفی می کند. (Zveryaev et al, 2004,p1)در مقاله ای با عنوان بررسی تغییر پذیری فصلی بارش در اروپا با استفاده از روش تابع متعامد تجربی، نتیجه گرفتند که تفاوت های فصلی بارزی در ویژگی های بلند مدت بارش و تغییرات آن وجود دارد. آنها همچنین نشان دادند که تغییر پذیری بلند مدت و بین سالانه بارش تابستانه در اروپای غربی کمتر از تغییرات بارندگی زمستانه است. تفاوت عمده فصلی، در سراسر مرکز اروپای شرقی مشاهده می-شود (Toreti et al ,2006,p1976)در پژوهشی با عنوان بررسی بارش فصلی و سالانه در ایتالیا طی دوره آماری(۲۰۰۶-۱۹۶۱) با استفاده از روش تحلیل مولفه اصلی چرخش یافته[2]نشان دادند که سری سالانه بارش ایستگاه ها دارای تغییر روند قابل توجهی نیستند. در حالی که شمال و مرکز ایتالیا در بقیه فصول به جز زمستان، تا سال ۱۹۸۹ روند کاهشی نشان می دهند ، از آن پس با روند افزایشی مواجه بوده اند.(Modarres & silva,2007,p344) در بررسی تحت عنوان مطالعه روند بارش در مناطق خشک و نیمه خشک ایران با استفاده از آزمون من کندال نشان دادند که روند ترکیبی افزایش و کاهش بارش که از لحاظ آماری معنی دار

[2] -Principal Component Analysis(PCA)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

بودند، فقط برای ایستگاه های سبزوار و زاهدان مصداق داشت. افزایش و کاهش روند بارندگی ماهانه در منطقه مورد مطالعه، بیش از حد بزرگ بود. نتایج نشان داد که تغییرات آب و هوایی مهمی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران وجود ندارد. در تحقیقی دیگر با عنوان بررسی روند احتمالی بی هنجاری بارش تابستانه بر اساس قانون تغییر پذیری بین دهه ای در پکن طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۷۲۴) از توزیع آماری پیرسون تیپ ۳ ، به منظور برآورد احتمال بی هنجاری های بارش تابستانه در پکن و ارتباط تغییر پذیری آن با نوسان اقیانوس اطلس شمالی[۳] ، نوسان جنوبی[۴]، نوسان دهه ای اقیانوس آرام [۵]و شاخص موسمی تابستانه شرق آسیا، استفاده شد. (Wang et al, 2008,p 4073)نتایج نشان داده است که خشکسالی در پکن، از اواسط ۱۹۶۰ به شدت افزایش یافته است. تغییر پذیری بین دهه ای این نوسانات برای پیش بینی فراوانی با تواتر کم بی هنجاری های بارش تابستانه در پکن، بسیار مهم است. (Modarres & sarhadi, 2009:p 1) در بررسی با عنوان تحلیل روند بارش ایران در نیمه دوم قرن بیستم، با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنف و من کندال نشان دادند که بارندگی سالانه در ۶۷ درصد از ایستگاه ها کاهش داشته است، در حالی که حداکثر ۲۴ ساعته بارندگی در ۵۰ درصد از ایستگاه ها، افزایش نشان می دهد. روند کاهش بارش سالانه، بیشتر در مناطق شمال و شمال غرب دیده می شود در حالی که روند مثبت حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته بیشتر در مناطق خشک و نیمه خشک کشور قرار دارد. هر چند روش های آماری من کندال و اسمیرنوف روند منطقه ای را در بارش سالانه آشکار می سازند ولی برای بارش های حداکثر ۲۴ ساعته چنین روندی تشخیص داده نشده است. (Naheed & Ghulam,2011,p25)، در تحقیقی با عنوان بررسی تغییرات میانگین بارش پاکستان در دوره آماری ۲۰۰۹-۱۹۶۰ نشان دادند که بالاترین ضریب تغییرات بارش در بلوچستان پاکستان ۲,۵۱، سند با ۲,۴۷ و پنجاب با ۲,۱ مشاهده شده است. تحلیل داده ها به صورت سالانه، نشان دهنده افزایش ضریب تغییرات از شمال به جنوب در پاکستان است. با توجه به تحلیل بین فصلی داده های پنجاه ساله ، بالاترین تغییر پذیری در ضریب تغییرات در مقایسه با زمستان و فصل موسمی ، مربوط به قبل و بعد از موسمی است. (Arpe,K et al,2012,p19)در مقاله‌ای با عنوان تاثیر خشکسالی بخش اروپایی روسیه در سال ۲۰۱۰ بر روی تبخیر از سطح دریای کاسپین با استفاده از روش های آماری و داده های تحلیلی ERA نشان داده شد که کاهش شدید بارش در سراسر حوزه ولگا در جولای ۲۰۱۰ همزمان با رخداد کاهش شدید تبخیر در همان حوزه و افزایش تبخیر بر روی دریای کاسپین در تابستان ۲۰۱۰ بوده است که با تأخیر زمانی، سبب کاهش تراز سطح آب دریای کاسپین در اوایل پائیز شده است. (Deng et al, 2014,p1) در مطالعه ای با عنوان تغییرپذیری بارندگی‌های ناحیه‌ای در شرق آسیا در ارتباط با عوامل آب و هوایی و محیطی طی دوره آماری ۱۹۷۲-۲۰۱۲ با استفاده از روش تابع متعامد تجربی(EOF) نشان دادند که تغییرات بارش بین سالانه عمدتا به نوسانات جنوبی_ النینیو، موسمی های تابستانی شرق آسیا ، افزایش دمای دریای چین و هواویزها، مربوط است. (Hasanean and Almazroui,2015 ,p 578) در پژوهشی با عنوان مروری به ویژگی های بارش و تغییرات آن در سراسر عربستان، با استفاده از مدل آماری Arima و مدل‌های عددی ارائه اقلیم منطقه ای مرکز هادلی،

[3] -North atlantic oscillation(NAO)
[4] -Elnino Southern Oscillation
[5] -Pacific Decadal Oscillation(PDO)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

نشان دادند که فصل بهار و زمستان به ترتیب بیشترین مقدار بارش را نسبت به فصل تابستان دریافت می کند و عامل ارتفاع تاثیر چندانی در مقدار بارش ندارد. فرشاداحمدی و همکاران (۱۳۸۵: ۲۰۴) در بررسی تحلیل روند بارندگی نیمه شمالی کشور در نیم قرن اخیر، با استفاده از آزمون ناپارامتری من کندال نتیجه گرفتند که در مقیاس سالانه، ۸ ایستگاه از ۱۸ ایستگاه مورد بررسی، روند کاهشی معنی دار، ۶ ایستگاه روند کاهشی غیر معنی دار و فقط ۴ ایستگاه(بابلسر، قزوین، سبزوار و تهران) افزایش غیر معنی دار در بارش را تجربه کرده اند. بیشترین نرخ کاهش بارندگی در مقیاس سالانه در ایستگاه سینوپتیک گرگان با شیب روند ۴,۲- اتفاق افتاده است. عساکره و رزمی(۱۳۹۱: ۱۴۷) در تحقیقی با عنوان تحلیل تغییرات بارش سالانه شمال غرب ایران با استفاده از داده های ۲۶۰. ایستگاه طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۶۶ با برازش مدل رگرسیون خطی به روش ناپارامتری، روند بارش را بررسی و نشان دادند که بارش سالانه دارای رفتاری کاهشی بوده است. روند کاهش عمدتا حاصل کاهش بارش طی دهه آخر می‌باشد. میرعباسی نجف آبادی و دین پژوه(۱۳۹۱ :۹) در تحقیقی با عنوان تحلیل روند تغییرات بارش های شمال غرب کشور در نیم قرن گذشته با استفاده از روش من کندال و روش تخمین گر شیب سن، نشان دادند که در مقیاس سالانه، بارش های شمال غرب کشور در اغلب ایستگاه ها به جز آستارا، رشت و مهاباد، دارای روندی نزولی بوده است.بیشترین شیب خط روند بارش های سالانه متعلق به ایستگاه آستارا با ۶,۴۲ میلیمتر و کمترین آن متعلق به ایستگاه انزلی با ۶,۲- میلیمتر بوده است.در مقیاس ماهانه، تعداد ماه های با روند منفی، بیشتر از تعداد ماه های با روند مثبت است. به جز ایستگاه جلفا که در تمام ماه های سال روند بارش منفی دارد،در بقیه ایستگاه ها تلفیقی از روندهای مثبت و منفی تجربه شده است. آذرخشی و همکاران (۱۳۹۲: ۱) در تحقیقی با عنوان بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش در مناطق مختلف آب وهوایی کشور، با استفاده از روش من کندال و رگرسیون خطی نشان دادند که ترکیبی از روندهای افزایشی و کاهشی در داده های بارش سالانه مناطق مختلف کشور دیده می شود. روند تغییرات بارش سالانه در دامنه های شمالی البرز ، دامنه های غربی زاگرس، مناطق شرقی و جنوب شرقی منفی ولی در بخش های مرکزی و جنوبی مثبت است. نصرآبادی (۱۳۹۶: ۱۴۷) در مطالعه ای با عنوان واکاوی تغییرات توزیع فراوانی چهار دهه بارش روزانه ایران ۱۳۴۰- ۱۳۸۲ با استفاده از توزیع نرمال و گاما برای دو دوره جداگانه نشان داد که تغییرات گسترده زمانی و مکانی در توزیع بارش به عنوان یکی از مولفه های ردیابی تغییر اقلیم تائید نمی شود.

هدف از این پژوهش بررسی تغییرپذیری میانگین بارش‌های فصل بهار (آوریل_ژوئن)، تابستان (ژوئیه_سپتامبر) در دوره ۶۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۱) و دو دوره ۳۰ ساله(۱۹۸۰-۱۹۵۱) و (۲۰۱۰-۱۹۸۱) و همچنین دو دوره ده ساله ۱۹۶۰-۱۹۵۱ و ۲۰۱۰-۲۰۰۱ و مقایسه و بررسی روند میانگین , و مشخص کردن دوره های خشک و تردر رابطه با تغییر اقلیم است. گرچه میانگین بارش های تابستانه بجز سواحل کاسپین در سایر نقاط کشور ناچیز است ولی آگاهی از رخداد سال هایی که با مجموع بارش های تابستانی زیاد بویژه در مناطق جنوب شرقی و جنوب کشور همراه است، ضروری بود، که می‌تواند درمحاسبه دوره برگشت بارش های حدی ۲۰ درصد بالا موثر باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

روش تحقیق

داده‌های روزانه بارش دریافتی ایستگاه های سینوپتیک کشور از بدو تاسیس تا سال ۲۰۱۰ از سازمان هواشناسی دریافت و با توجه به پایه آماری مشترک انتخابی برای یک دوره ۶۰ساله(۲۰۱۰-۱۹۵۱)، از بین ۲۰۰ ایستگاه سینوپتیک، ۲۷ ایستگاه انتخاب و داده های آنها با توجه به موارد پیشنهادی سازمان جهانی هواشناسی از نظر کیفی بررسی (WMO.Td Number 111.Ncp 8.5) و موارد خطای آماری تصحیح شد. سپس مراحل زیر انجام گردید:

الف- ابتدا با استفاده از داده های بارش روزانه، میانگین بارش های ماهانه و فصلی بهار و تابستان برای بازه ۶۰ ساله(2010-1951) و دو دوره ۳۰ ساله (1980-1951) و (2010-1981) و دو دوره ۱۰ ساله (1960-1951) و (2010-2001) محاسبه شد. .

ب- برای هر ایستگاه، با استفاده از نرم افزار R آماره های مورد نیاز که شامل میانگین مجموع بارش فصل بهار و تابستان ، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی، میانگین احتمالی توزیع ۲۰٪ حد بالا و پایین، حداکثر و حداقل بارش می شود، برای ادامه فرایند تحقیق محاسبه شدند.

ج- برای تعیین دوره های خشک و تر، آمارهای هر ایستگاه در یک دوره ۶۰ ساله و دو دوره ۳۰ ساله به صورت نزولی مرتب و سپس ۲۰ درصد کمینه و بیشینه داده ها به عنوان شاخصی برای تعیین دوره های خشک و تر برآورد شد.

د- با استفاده از برنامه ماکروی تهیه شده آزمون من-کندال و بکار گیری آن در نرم افزار مینی تب، معنی دار بودن روند داده های بارش فصل بهارو تابستان در یک دوره ۶۰ ساله مشخص شد.

ه- برای بررسی چگونگی تغییرات بارش در مناطق مختلف کشور، آماره‌های محاسبه شده به محیط GIS فرخوانی و با استفاده از روش IDW به نقشه های موضوعی تبدیل و سپس به تحلیل تغییرات دوره های ۳۰ ساله و ۱۰ ساله نسبت به هم و نسبت به نقشه‌های میانگین ۶۰ ساله که بیانگر وضعیت نرمال پراسنج فوق است، اقدام شد. شایان ذکر است که برای فصل بهار ماه های آوریل، مه و ژوئن، برای فصل تابستان ماه های ژوئیه، اوت و سپتامبر تعریف شده است.

نتایج

بررسی میانگین ، ضریب تغییرات و چولگی بارش

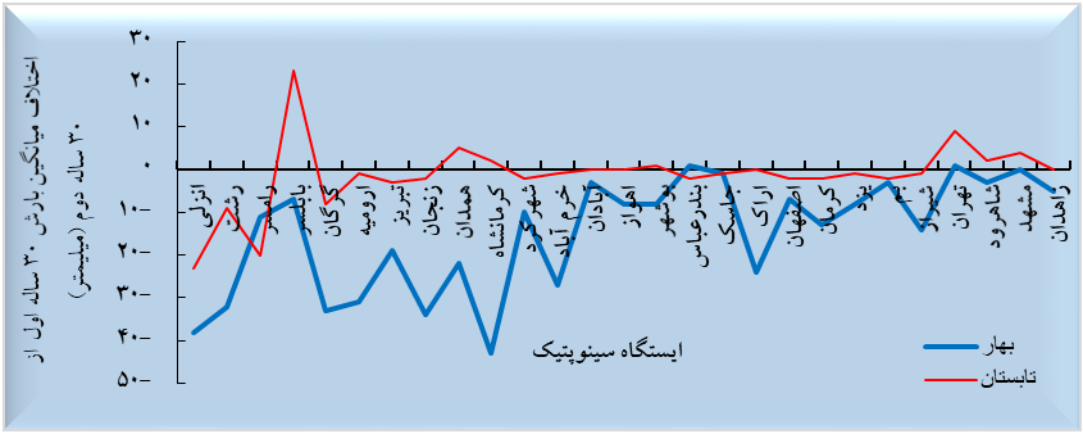
بررسی نقشه های میانگین و ضریب تغییرات فصل بهار و تابستان در بازه های مورد مطالعه چنین نشان می دهد که الگوی کلی بارش در نیمه غربی به تدریج به سوی مرکز، جنوب و جنوب شرق در دو فصل مورد مطالعه با تغییرات نسبی همراه هستند. دیده می شود که تأثیرگذاری سامانه‌های موثر دراین منطقه در دوره ۳۰ ساله اول کم و بیش با سامانه های ۳۰ ساله دوم متفاوت بوده و سهم گذاری میانگین بارش های دوره ۳۰ ساله اول بر روی میانگین بارش های ۶۰ ساله بیشتر است. مقایسه الگوهای میانگین بارش بهاره دو دوره ۳۰ ساله، نشان می دهد که سواحل کاسپین و نیمه غربی نسبت به سایر مناطق، در دوره دوم بیشترین کاهش را داشته اند شکل (۱). بررسی ها نشان می دهد که به غیر از بابلسر بقیه ایستگاه ها در حوزه کاسپین در دوره ۳۰ ساله دوم نسبت به سایر دوره ها بین ۴ تا ۳۸ میلیمتر کاهش داشته اند شکل (۲). الگوی کلی حاکم بر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

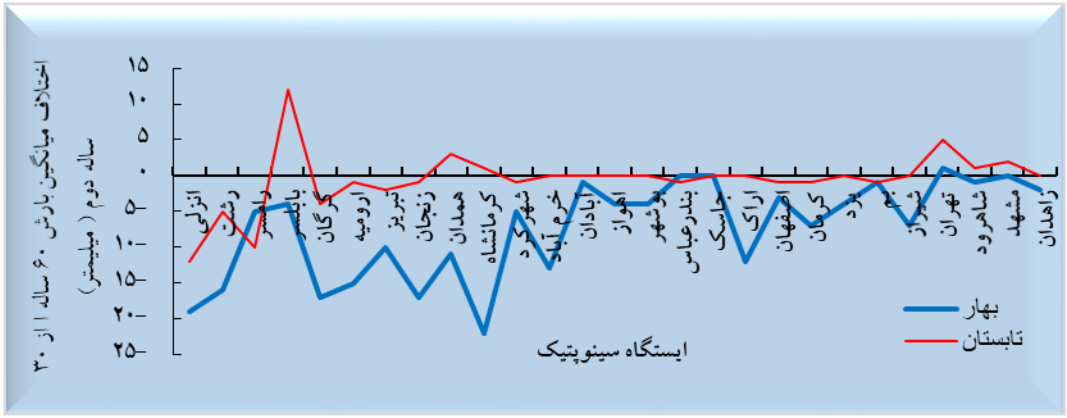
سواحل جنوبی دریای کاسپین در این فصل نشان می دهد که ضریب تغییرات از نواحی غربی به سوی نواحی مرکزی کاهش و سپس به سوی شرق افزایش می‌یابد. بنابراین باید انتظار داشت که تأثیر سامانه های جوی از نواحی غربی به سوی نواحی مرکزی افزایش یافته و بارندگی های همرفتی را به سوی سواحل مرکزی این دریا انتقال داده باشد. در سایر نقاط کشور مقدار ضریب تغییرات از شمال غرب به سوی مرکز و جنوب و جنوب شرق با کاهش میانگین بارش، افزایش می یابد که مقدار آن در سواحل دریای عمان در محدوه هرمزگان بیشتر است که نشان دهنده اعتماد پذیری کمتر بارش در نیمه جنوبی و جنوب شرقی است. نکته قابل توجه ، افزایش ضریب تغییرات دوره ۳۰ ساله دوم نسبت به ۳۰ سال اول و دوره ۶۰ ساله در همه نقاط کشور است که بیانگر تغییرات کاهشی در میانگین ماهانه و فصلی بارش بهاره در ۳۰ ساله دوم است شکل (۱). ممکن است یکی از دلایل آن کاسته شدن از فعالیت دینامیکی سامانه های جوی بویژه سامانه های همرفتی، به سبب نبود شرایط انتقال رطوبت و گرمای مناسب در لایه های زیرین وردسپهر باشد. همچنین ممکن است بسامد عبور سامانه های موثر بارشی کاهش یافته باشد. با توجه به تغییرات کم الگوهای بارشی دو دوره ۳۰ ساله نسبت به هم و همچنین نسبت به دوره ۶۰ ساله می‌توان چنین فرض کرد که مسیر این سامانه ها اندکی تغییر یافته و در اثر بازخورد متوالی آنها با عوامل جغرافیایی بویژه ناهمواری ها، مقدار و شدت بارش تغییر کرده باشد. بررسی تغییرات میانگین بارش در دوره ۳۰ ساله دوم در اغلب ایستگاه های شمال غرب و غرب چنین نشان می دهد که نسبت به ۳۰ ساله اول و ۶۰ ساله به ترتیب بین(۹ تا ۴۳) و (۴,۹ تا ۲۱,۵)میلیمتر بوده و کاهش یافته‌اند. به تدریج با گذر از نواحی مرکزی به سوی شرق و جنوب‌شرقی از مقدار این کاهش کاسته می‌شود که مقدار آن بین ۷ تا ۰,۳ میلیمتر متغیر است. یادآوری می شود که نواحی جنوبی رشته کوه البرز در همین دوره شاهد کاهش بسیار کمی در میانگین بارش بین ۱,۳ در تهران تا ۰,۳ میلیمتر در مشهد بوده است اشکال(۲ و ۳). با وجود این که انتظار می‌رود نواحی جنوب‌شرقی و جنوبی در سواحل دریای عمان و شرق خلیج فارس تحت تاثیر پدیده مونسون، مقدار میانگین بارش بیشتری را نسبت به سایر مناطق داشته باشند، ولی بررسی نقشه-های فصل تابستان نشان می‌دهد که میانگین بارش در این فصل چندان قابل ملاحظه نیست شکل(۱).از طرفی نواحی فوق در دوره ۳۰ ساله دوم نسبت به سایر دوره‌ها با کاهش میانگین بارش مواجه بوده است اشکال(۲ و ۳). بررسی نشان داد که اثرات مونسون در نیمه جنوبی ایران چندان زیاد نیست و گاهی ممکن است ایستگاه-های این منطقه را تحت تاثیر قرار دهد که بالا بودن ضریب تغییرات در این منطقه به خوبی گویای این مسئله است. به جز سواحل کاسپین، بیشترین کاهش میانگین بارش در سراسر ایران مربوط به شمال‌غرب است که از میانگین نسبی بهتری برخوردار بوده اند. ولی ضریب تغییرات آن‌ها چندان تغییری نشان نمی‌دهد و بین ۰,۳ تا ۰,۴ متغیر است. بابلسر در این دوره نسبت به دوره ۳۰ ساله اول و ۶۰ ساله به ترتیب ۲۳ و ۱۲ میلیمتر افزایش بارندگی داشته است در حالی بقیه ایستگاه ها با کاهش میانگین بارش مواجه بوده اند اشکال (۲ و۳). به نظر می‌رسد که در فصل تابستان مسیر عبور سامانه‌های هوای سرد در حوزه کاسپین قدری به سوی شرق جابجا شده است. این روند بارش، با رژیم گرمایی و دوره سالانه گردش خورشید و رژیم انرژی تابشی آن با تأخیری بین ۲۰ روز تا ۲ ماه انطباق زیادی دارد. مقایسه نقشه‌های میانگین بارش نشان می‌دهد که در دوره ۳۰ ساله دوم به غیر از ایستگاه‌های بابلسر، تهران و مشهد که افزایش بارش داشته اند بقیه ایستگاه ها از

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

میانگین بارش آنها کاسته شده است. با وجود رخداد بیشترین کاهش در میانگین بارش ایستگاه‌های شمال، شمال‌غرب و غرب کشور در دوره سی ساله دوم، به دلیل بالا بودن نسبی میانگین بارش آن ها و درصد کاهش کم آن نسبت به کل بارش، اثرات زیانبار آن در بخش کشاورزی و هیدرولوژی در مناطق فوق در این دوره از سال کمتر است. از طرف دیگر با اینکه مقدار کاهش در نواحی مرکزی و جنوب شرقی نسبتا کم است، چون درصد بیشتری از میانگین بارش دریافتی دوره مشابه در بازه زمانی ۳۰ ساله اول را شامل می‌شود اثرات زیانبار آن بیشتر است اشکال (۱ و ۲ و ۳). بررسی نقشه های چولگی بارش نشان می دهد که به طور کلی نواحی مرکزی، شرقی و جنوب شرقی کم و بیش در هر سه دوره مشابه اند. ولی اختلاف مربوط به الگوی دوره دوم با دو دوره دیگر مشاهده می‌شود. علت این امر تغییر قابل ملاحظه میانگین بارش بهاره در دوره دوم نسبت به دو دوره دیگر است. به گونه ای که در دوره ۳۰ ساله دوم، میانگین بارش کاهش داشته است شکل(۱).

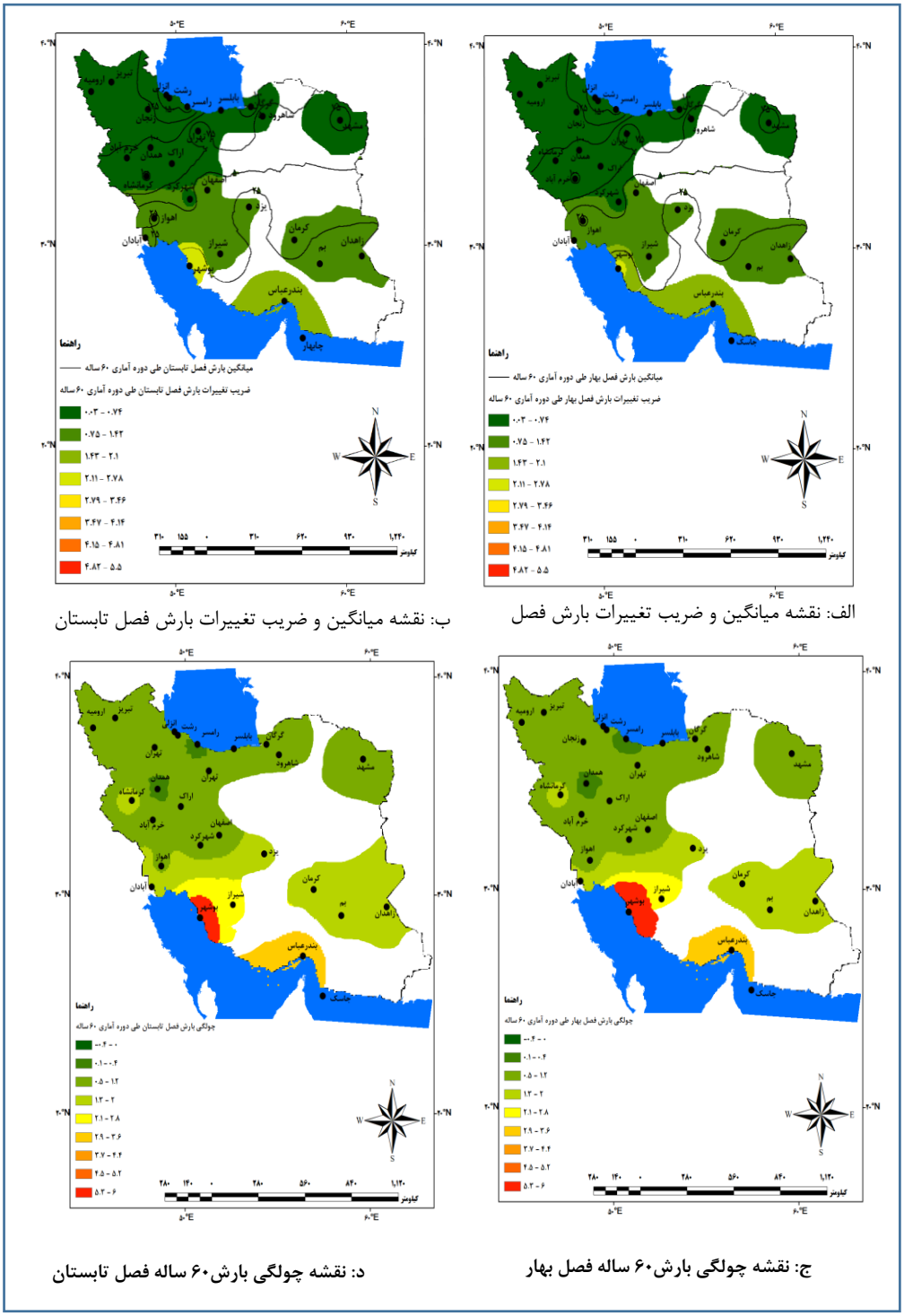


شکل(۱) اختلاف میانگین بارش ۳۰ ساله اول از ۳۰ سال دوم



شکل(۲) اختلاف میانگین بارش ۶۰ ساله از ۳۰ سال دوم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]



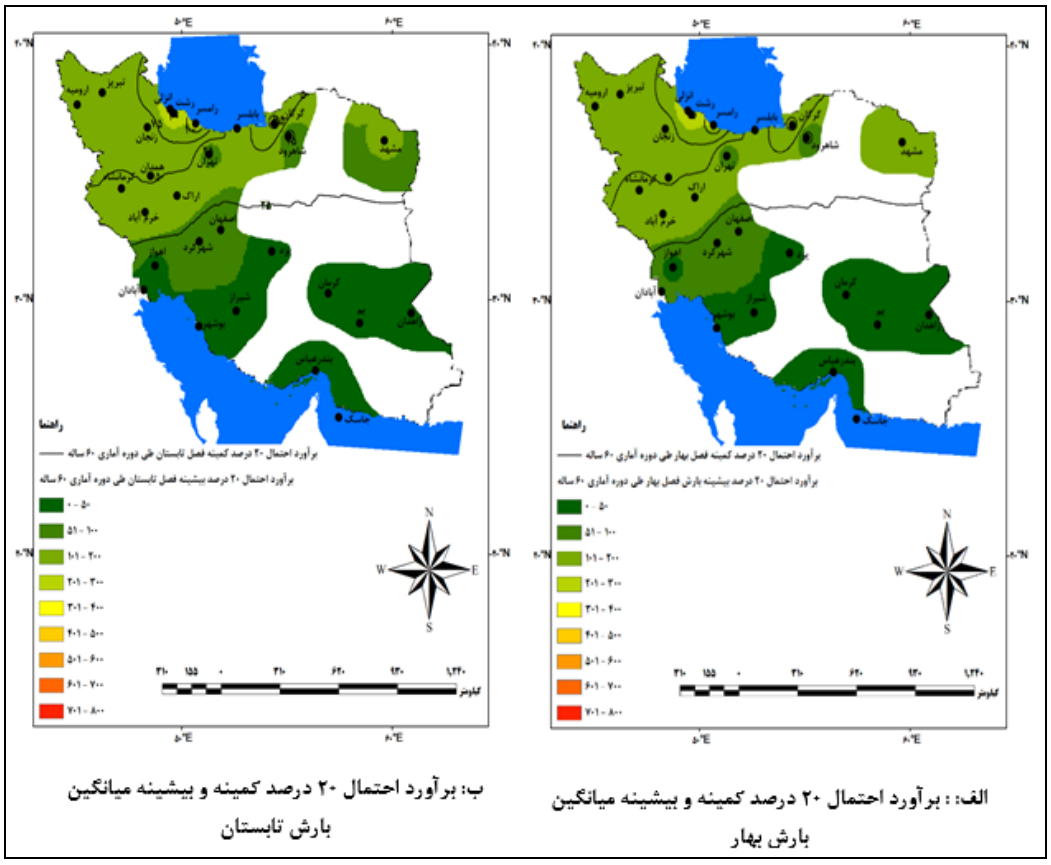
شکل(۳) نقشه میانگین، ضریب تغییرات و چولگی بارش طی فصل بهار(الف و ج) و تابستان(ب و د) در دوره آماری ۶۰ ساله(1951-2010)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

بررسی‌ها نشان می‌دهند که در هر سه دوره، از شمال غرب به سوی جنوب و جنوب شرق و از غرب به شرق، مقدار چولگی افزایش می یابد. چولگی های مربوط به دوره ۳۰ ساله دوم بطور کلی روندی افزایشی را به نمایش می گذارند. به طوری که حداقل آن در شمال غرب و حداکثر آن در نواحی مرکزی و جنوب شرقی دیده می شود. به دلیل محدودیت، فقط نقشه های میانگین بارش ، ضریب تغییرات و چولگی بارش ۶۰ ساله فصل بهار و تابستان ارائه شده است.

برآورد بارش های حدی ۲۰ درصد پایین و بالای فصل بهار و تابستان در دوره ۶۰ ساله و دو دوره ۳۰ ساله

منظور از برآورد احتمال بارش ۲۰ درصد حد پایین، مقدار بارشی است که ۸۰ درصد بارش ها بزرگتر- مساوی آن و ۲۰ درصد کمتر از آن هستند. همچنین برآورد احتمال بارش ۲۰ درصد حد بالا، مقدار بارشی است که ۸۰ درصد بارش ها کوچکتر- مساوی آن و ۲۰ درصد بزرگتر از آن باشند. در این نقشه‌ها، پربندها بیانگر احتمال ۲۰ درصد بیشینه بارش‌های دوره ۶۰ ساله فصل بهار و تابستان، و پهنه های رنگی نشان دهنده احتمال ۲۰ درصد کمینه بارش های فصل بهار و تابستان در بازه زمانی مذکور است. الگوها نشان دهنده محدوده عملکرد سیستم در کشور و مقادیر علاوه بر آن نشان دهنده حد کمینه و بیشینه بارش ها است شکل(۴).



الف: : برآورد احتمال ۲۰ درصد کمینه و بیشینه میانگین بارش بهار

ب: برآورد احتمال ۲۰ درصد کمینه و بیشینه میانگین بارش تابستان

شکل(۴) برآورد احتمال ۲۰ درصد بیشینه و کمینه میانگین

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

دوره های خشک و تر ۳۰ سال اول و ۳۰ سال دوم در فصول بهار، تابستان و دوره در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. در ۳۰ سال اول فصل بهار، سال های ۱۹۶۴، ۱۹۸۰ و ۱۹۷۸ به ترتیب با ۱۶، ۱۵ و ۱۱ ایستگاه، گسترده‌ترین خشکسالی را داشته اند. به طوری که در ۱۹۶۴ به استثنای سواحل عمان در مناطق جنوبی کشور و تعدادی از ایستگاه های نیمه غربی و همچنین مشهد از مناطق شمال شرقی و کل سواحل کاسپین بقیه نقاط کشور، خشکسالی را تجربه کرده اند. سال ۱۹۸۰با ۱۵ ایستگاه، دومین سال با خشکسالی فراگیر در دوره مذکور است. در این سال همه ایستگاه‌های سواحل کاسپین بجز بابلسر، بعضی از ایستگاه های نیمه غربی و مرکزی و دو ایستگاه مشهد و زاهدان بقیه نقاط، خشکسالی را تجربه کرده اند. در سال ۱۹۷۸ نیمه غربی و مرکزی کشور، با خشکسالی شدید مواجه بوده اند جدول (۱). در ۳۰ سال دوم نه تنها توالی سال‌های خشک فراگیر بلکه تعداد ایستگاه های درگیر با خشکسالی بیشتر شده است. به طوری که تعداد ایستگاه‌های درگیر با خشکسالی در ۳۰ سال اول، قابل قیاس با رخداد این پدیده در ۳۰ سال دوم نیست. سال ۲۰۰۰ با ۲۲ ایستگاه و سال های ۱۹۹۱ و ۲۰۰۸ به ترتیب با ۱۵ و ۱۴ ایستگاه از جمله سال های با خشکسالی فراگیر طی این دوره بوده اند جدول (۱). سال ۲۰۰۰ که فراگیرترین خشکسالی فصل بهار در این دوره است، به جز ۵ ایستگاه، بقیه ایستگاه ها دوره خشک را گذرانده اند که پراکندگی ایستگاه‌های مواجه با خشکسالی می تواند بیانگر نقش و تأثیر گذاری عوامل محلی در مقدار بارش های دریافتی باشد اشکال (۵و۶).

جدول(۱) دوره‌های فراگیر خشکسالی و ترسالی در ۳۰ سال اول (۱۹۵۱-۱۹۸۰) و ۳۰ سال دوم (۱۹۸۱-۲۰۱۰) طی فصول بهار و تابستان

خشکسالی های فراگیر در ۳۰ سال اول و دوم				ترسالی های فراگیر در ۳۰ سال اول و دوم				
بازه ۳۰ ساله دوم		بازه ۳۰ ساله اول		بازه ۳۰ ساله دوم		بازه ۳۰ ساله اول		
تعداد ایستگاه	سال	تعداد ایستگاه	سال	تعداد ایستگاه	سال	تعداد ایستگاه	سال	فصل
۲۲	۲۰۰۰	۱۶	1964	۱۶	۱۹۹۲	۲۱	۱۹۵۱	بهار
۱۵	۱۹۹۱	15	1980	۱۴	۱۹۹۵	۱۴	۱۹۶۳	
۱۴	۲۰۰۸	1۱	1978	۱۴	۲۰۰۷	۱۳	۱۹۶۸	
20	1984	۱۴	۱۹۵۵	۱۶	۲۰۰۹	۱۴	۱۹۵۶	تابستان
17	1985	۱۳	۱۹۵۸	۱۵	۱۹۸۷	۱۲	۱۹۷۴	
15	1982	۱۱	۱۹۵۷	۱۱	۱۹۹۹	۱۰	۱۹۵۱	

در سال ۱۹۸۲، بجز ایستگاه‌های خرم آباد، شهرکرد، زاهدان و همه ایستگاه های مرکزی، بقیه نقاط کشور با خشکسالی مواجه بوده اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در دوره اول، به نظر می رسد که سامانه های عبوری از روی منطقه، از ساز و کار دینامیکی مطلوب تری برخوردار بوده اند و چون تغذیه رطوبت به درون سامانه ها بخوبی انجام می‌گرفته است، مقدار بارش مناسبتری را سبب شده اند. هر چند تاثیر عوامل محلی بویژه ناهمواری ها و بازخورد آنها بر پیچیدگی های مربوط به عملکرد سامانه‌های بارانزا می‌افزاید. به گونه‌ای که این سامانه‌ها به شدت تحت تأثیر ناهمواری قرار می گیرند و به تبع آن تغییراتی را در شدت و مقدار بارش،

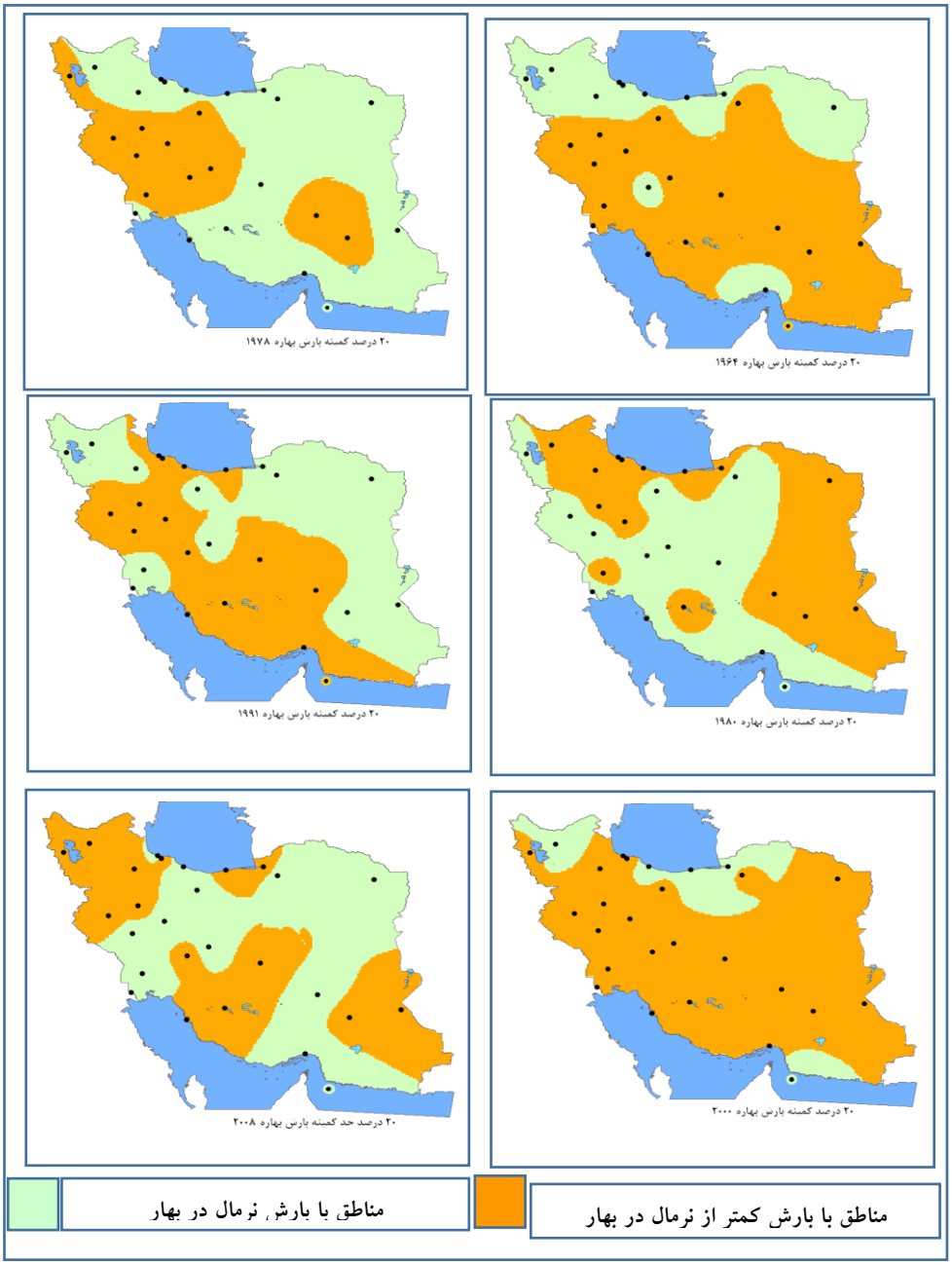
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

بویژه بارش‌های همرفتی میان مقیاس و خرد مقیاس به وجود می آورند. از طرفی دیگرممکن است که بسامد سامانه های عبوری منجر به افزایش بارش و وسعت عملکردی آن ها در منطقه، در دوره اول نسبت به دوره دوم بیشتر بوده باشد. بارش های حدی ۲۰ درصد بالای فصل بهار و تابستان به این دلیل موردمطالعه قرار می گیرند که ممکن است سیلاب های شدید و دوره های مرطوب را موجب شوند. هر چند صرف رخداد این پدیده نمی تواند منجر به وقوع ترسالی های منطقه ای باشد. همان طوری که جدول (۲) نشان می دهد، در فصل بهار فراگیرترین رخداد بارش های بیش از نرمال در ۳۰ سال اول مشاهده می شود. اما بسامد رخداد بارش های ۲۰ درصد بالا در ۳۰ سال دوم بیشتر است.

در ۳۰ سال اول، سال ۱۹۵۱ فراگیرترین بارش حدی بالا را تجربه کرده است به طوریکه فقط ۶ ایستگاه از تاثیرات عملکردی سامانه های بارشی یاد شده کمتر برخوردار بودند. سال ۱۹۶۳ دومین سال دارای بارش های حدی بالا در ۳۰ سال اول بوده است که ۱۴ ایستگاه را درگیر نموده، در این سال بجز برخی از ایستگاه‌های شمال غرب و غرب بقیه ایستگاه ها بارشی بیش از نرمال داشته اند. در سال ۱۹۶۸ بجز برخی ازایستگاه های شمال، شمال غرب، نیمه جنوبی، مرکزی و شرقی کشور که از عملکرد سامانه های بارشی حدی، محروم بوده اند، مابقی ایستگاه ها بارشی بیش از نرمال داشته‌اند شکل(۷). در دوره ۳۰ ساله دوم محدوده عملکرد بارش-های فراگیر ۲۰ درصد بالا در کشور کمتر شده به طوری که سال ۱۹۹۲ با ۱۶ ایستگاه و سال های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۷ با ۱۴ ایستگاه بیشترین گسترش را داشته اند شکل(۷). بررسی داده های بارشی ایستگاه ها در فصل تابستان در۳۰ ساله دوم نشان می دهد که مشابه فصل بهار، فراوانی رخداد این پدیده و همچنین محدوده اثرات آن نسبت به دوره ۳۰ ساله اول تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته است. فراگیرترین بارش حدی ۲۰ درصد بالای فصل تابستان در در دوره ۳۰ ساله اول مربوط به سال ۱۹۵۶ بوده است که در ۱۴ ایستگاه مشاهده شده شکل(۸). به طوری که در سواحل کاسپین و غرب و شمال غرب فقط ایستگاه های رشت، انزلی، زنجان، خرم آباد و شهرکرد تحت تاثیر سامانه های بارشی قرار داشتند. در بخش مرکزی، شرقی و جنوبی ایران نیز فقط ایستگاه های اصفهان، اراک، بم، کرمان، یزد و زاهدان تحت تاثیر سامانه های بارشی بیشتر از نرمال فصل تابستان قرار گرفتند. سال ۱۹۷۴ دومین بارش حدی است که ۱۲ ایستگاه را درگیر کرده است. به طوری که در سواحل کاسپین و حوزه شمال غرب و غرب بجز انزلی و زنجان، بقیه ایستگاه ها تحت تاثیر آن بوده اند. در حوزه مرکزی و نیمه جنوبی کشور، ایستگاه های اراک، اصفهان، یزد، بوشهر، آبادان و اهواز بارشی بیش از نرمال داشته اند. در نیمه شرقی فقط تهران از سامانه های بارشی این فصل تاثیر پذیرفته است. سال ۱۹۵۱ سومین سال با بارش حدی بالای تابستانه است که ۱۰ ایستگاه را درگیر نموده، در حوزه جنوبی کشور همه ایستگاه ها وضعیت نرمال داشتند. سال ۲۰۰۹ فراگیرترین بارش حدی ۲۰ درصد بالای فصل تابستان در دوره ۳۰ ساله دوم به حساب می آید که در ۱۶ ایستگاه مشاهده گردید. بیشترین فعالیت این سامانه در نیمه غربی کشور بوده است به طوری که تمامی ایستگاه‌های آن از اثرات بارشی سامانه برخوردار می‌باشند. سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ با ۱۱ ایستگاه از جمله سال‌های با بارش فراگیر حدی بیست درصد بالا هستند که ویژگی های سال ۱۹۹۹ آن عبارتند از: محدوده اثرات این سامانه در نیمه غربی و شرقی در حالی که نیمه جنوبی کشور به طور کلی از

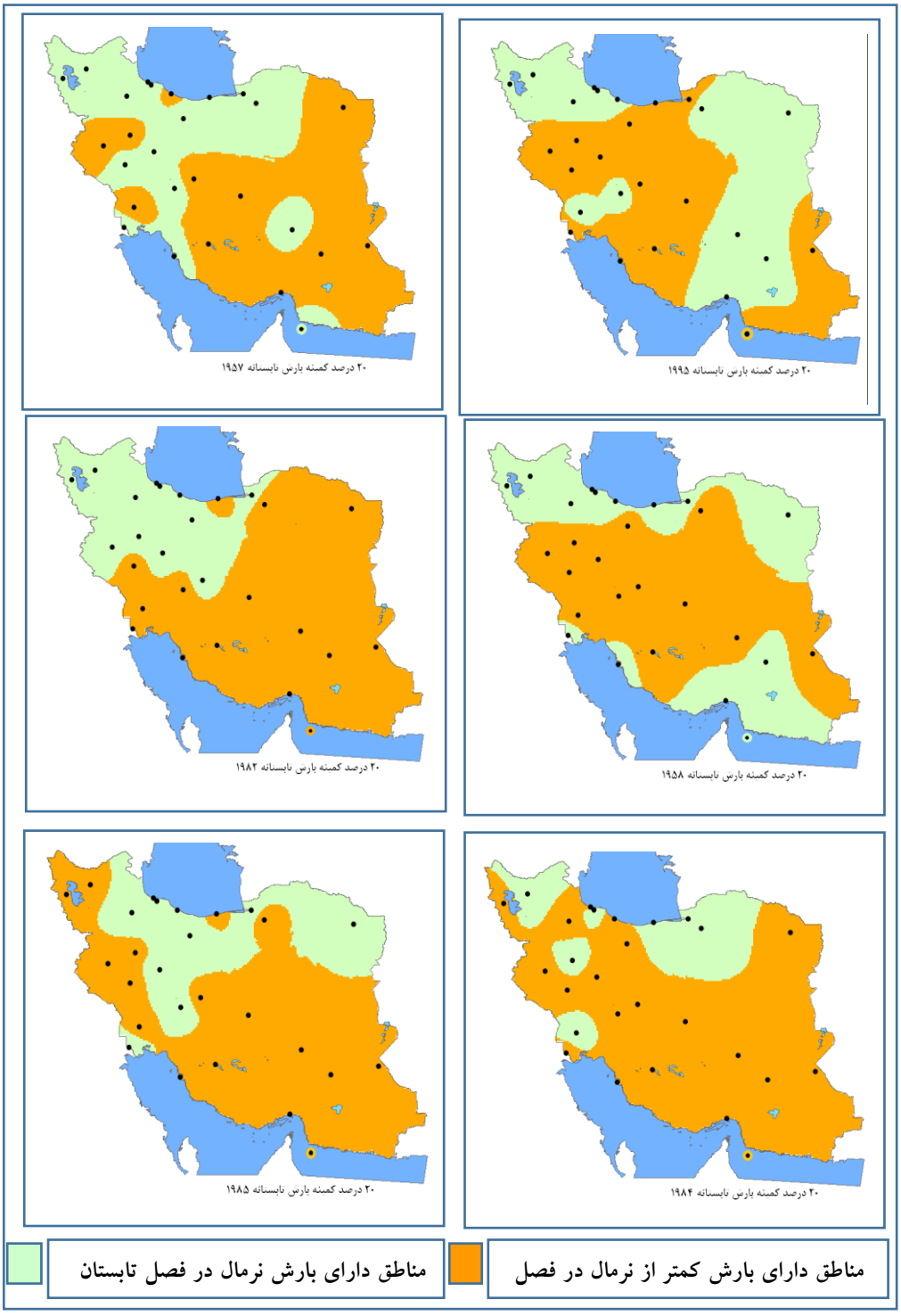
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

محدوده فعالیت این سامانه محروم بوده است.در حوزه کاسپین به غیر از گرگان، بر روی بقیه ایستگاه ها تاثیر چندانی نداشته است اشکال(۵ و ۶ و ۷ و ۸).



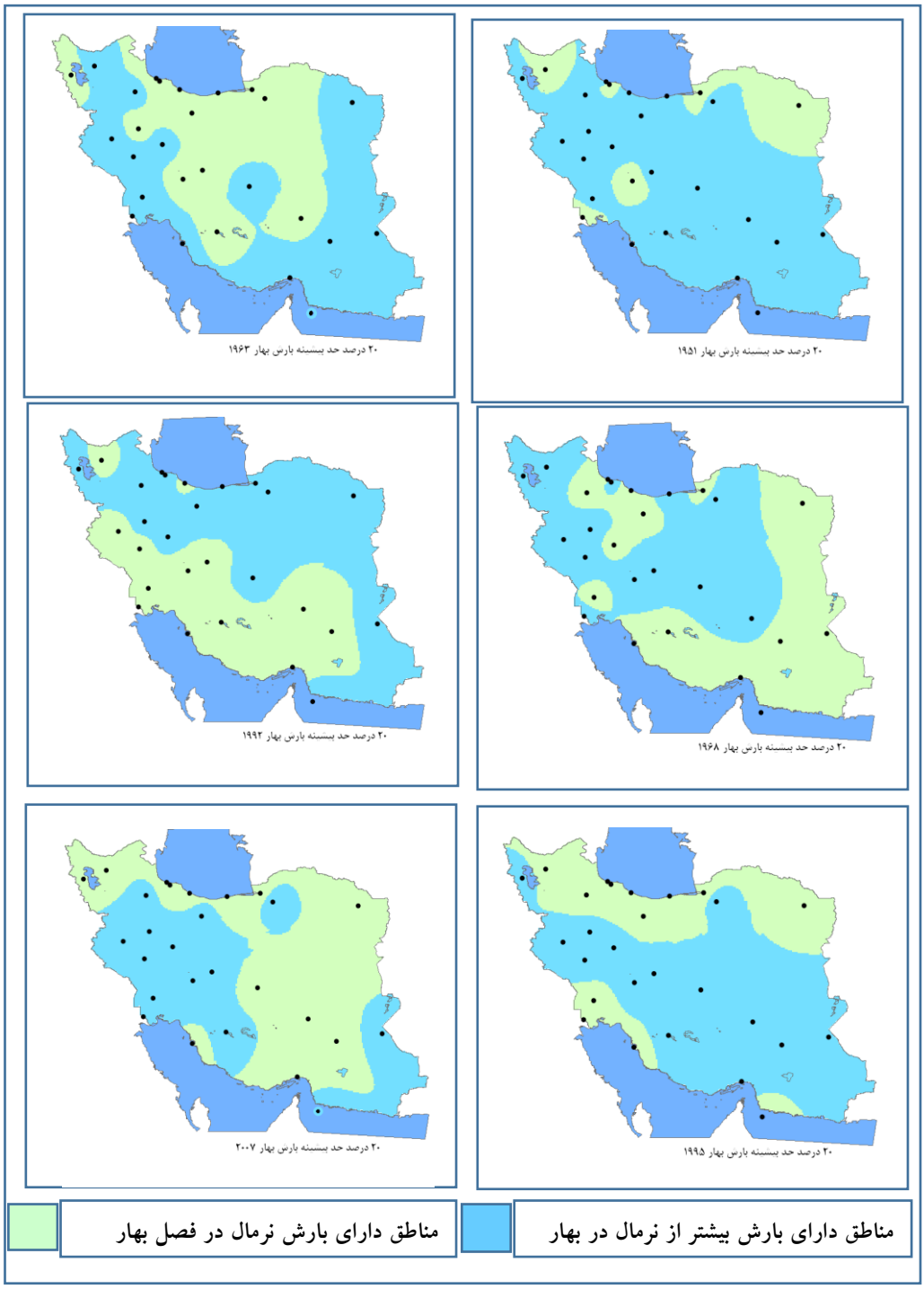
شکل (۵) پراکندگی جغرافیایی ایستگاه هایی که در بهار، طی ۳۰ ساله اول و دوم بارش نرمال و کمتر از نرمال

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]



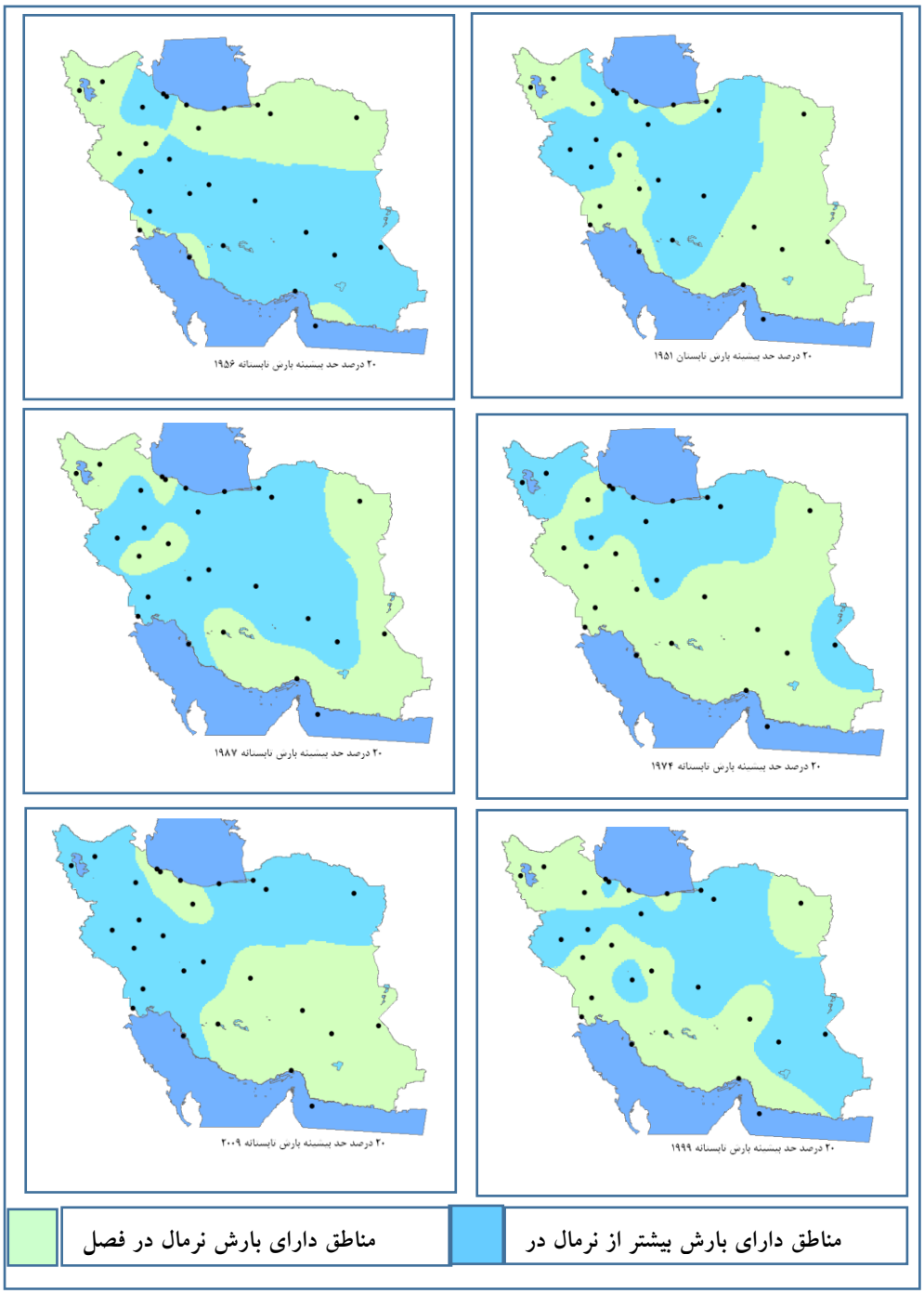
شکل(۶) پراکندگی جغرافیایی ایستگاه هائی که در تابستان، طی ۳۰ ساله اول و دوم بارش نرمال و کمتر از نرمال

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]



شکل(۷) پراکندگی جغرافیایی ایستگاه هائی که در بهار، طی ۳۰ ساله اول و دوم بارش نرمال و بیشتر از نرمال

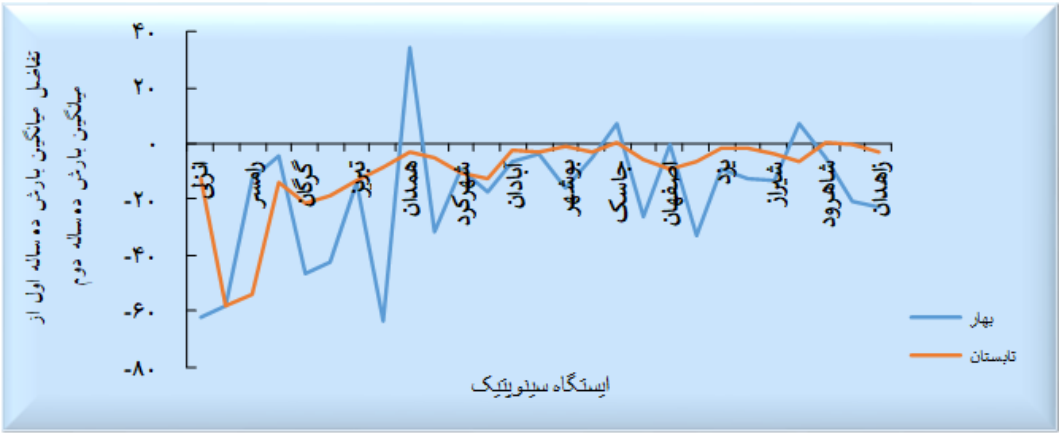
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]



شکل(۸) پراکندگی جغرافیایی ایستگاه هائی که در تابستان، طی ۳۰ ساله اول و دوم بارش نرمال و بیشتر از نرمال تفاضل میانگین بارش ۱۰ ساله ۲۰۱۰-۲۰۰۱ از ۱۹۶۰-۱۹۵۱ در فصل بهار و تابستان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

بررسی‌ها نشان می‌دهند که در دوره ۱۰ ساله دوم نسبت به بازه۱۰ ساله اول به غیر از سه ایستگاه شهرکرد، تهران، همدان و جاسک در فصل بهار و جاسک و شاهرود در تابستان که با افزایش نسبی در میانگین بارندگی مواجه بوده اند، بقیه ایستگاه ها، کاهش در میانگین بارش را تجربه کرده اند. بیشترین کاهش فصل بهار مربوط به زنجان با ۶۸,۹ و کمترین آن در اصفهان ۰,۵ میلیمتر بوده است. در فصل تابستان نیز انزلی با ۱۲۸ و مشهد با ۰,۶ میلی متر، بیشترین و کمترین مقدار کاهش در میانگین بارش را تجربه کرده اند. در مجموع مقدار کاهش پراسنج مورد نظر در نیمه شمالی و غربی کشور بیشتر بوده است. به دلیل پیشروی پرفشار جنب حاره از فصل بهار به طرف تابستان، و افزایش ارتفاع خورشید و طول مدت تابش و آسمان صاف و آفتابی، در این دوره بخش وسیعی از کشور از جنوب تا پای کوه های جنوبی البرز، از تاثیر سامانه های باران زا محروم شده و مقدار بارش کمی دریافت می کنند. بنابر این، هرچند مقدار کاهش میانگین بارش این محدوده کم است(۱ تا ۲۵ میلیمتر) ولی با توجه به میانگین بارش دراز مدت تابستان این مناطق می‌توان گفت که این کاهش، درصد بالایی از بارش آنها را تشکیل می‌دهد شکل(۹). بنابراین تاثیر زیانبار آن بر منابع آب و خاک و همچنین کشاورزی بیشتر است.



شکل(۹). تفاضل میانگین بارش ده ساله(۱۹۶۰-۱۹۵۱) از میانگین بارش ده ساله(۲۰۱۰-۲۰۰۱) (منبع: نویسندگان)

بررسی روند در داده های بارش با استفاده از آزمون من کندال

از موارد بسیار مهم در مطالعه سری های زمانی، بررسی ایستایی(عدم روند) و ناایستایی(وجود روند) در آنها است که می‌تواند کمک موثری در شناخت تغییر اقلیم باشد. از رابطه خطی من-کندال در بررسی این پراسنج استفاده می‌شود. به کارگیری این رابطه می‌تواند تغییر مسیر طبیعی سری زمانی را در دراز مدت مشخص کرده و با نادیده گرفتن افت و خیز، به رفتار کلی آنها توجه کرد. با توجه به بررسی داده های بارش در دوره های بهار و تابستان جداول(۳ و ۴)، می‌توان گفت که به ترتیب طی دوره آماری۶۰ ساله، ۱۷ و ۹ ایستگاه از ۲۷ ایستگاه دارای روند معنی دار بودند که تمامی ایستگاه ها یی که روند آن‌ها در بهار تائید شد، بین ۳۲,۷ در انزلی تا ۰,۱ در بوشهر و اهواز در مقیاس دهه ای روند کاهشی داشتند. در سواحل کاسپین از بابلسر و رامسر به طرف شرق و غرب، ایستگاه ها دارای روند کاهشی در میانگین بارش بهاره ۶۰ ساله بوده اند که احتمال پذیرش فرض جابجایی مرکز بیشینه بارش به سوی نواحی مرکزی کاسپین، بدلیل تغییر مسیر سامانه های

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

باران زا را تقویت می نماید. دومین مرکز بیشینه دارای روند کاهشی میانگین بارش بهاره در مقیاس دهه ای، درحوزه شمال غرب و غرب ایستگاه های زنجان (۱۲,۷) و کرمانشاه(۱۱,۶) هستند. طی دوره تابستان فقط ۹ ایستگاه از ۲۷ ایستگاه مورد مطالعه دارای روند بوده اند که از این تعداد ۳ ایستگاه بین ۰,۱ تا ۱,۶ روند کاهشی و بقیه بین ۰,۱ تا ۱,۸ روندافزایشی در هر دهه داشته اند. بنابراین با فرض ثابت بودن این روند برای یک بازه زمانی ۱۰۰ ساله، می توان گفت که این رقم نمی‌تواند چندان موثر باشد جدول (۳). به همین دلیل می‌توان آن را نوسانات اقلیمی به حساب آورد. بالاترین روند کاهشی در فصل تابستان در مقیاس دهه ای از آن رشت(۸,۷) است که برای یک دوره ۱۰۰ ساله، بسیار قابل ملاحظه است. از طرفی با توجه به محاسبات ایستگاهی و نیز میزان افزایش یا کاهش به دست آمده در بازه های متفاوت، به نظر می‌رسد که معادله خطی من-کندال نمی‌تواند به خوبی، روند را نشان دهد و بهتر است در صورت وجود معادلات دیگر، از آنها استفاده شود.

جدول(۳) بررسی روند داده های بارش در فصل بهار و تابستان طی دوره آماری ۶۰ ساله با استفاده از آزمون خطی من - کندال

نام ایستگاه	p-value	z	نوع روند	نتیجه آزمون	میزان تغییر در هر ۱۰ سال	معادله خط	بهار
اهواز	۰,۰۷	-1.4	کاهشی	تائید	۲,۱	$Yt = ۲۸.۵۵ - ۰.۲۱ * t$	
انزلی	۰,۰۳	-1.8	کاهشی	تائید	۳۲,۷	Yt =688.1 - 3.27*t	
اراک	۰,۰۳	-1.7	کاهشی	تائید	۷,۴	Yt =114.8-0.74*t	
بم	۰,۰۰۲	-2.9	کاهشی	تائید	۰,۲	Yt =24.38 - 0.22*t	
گرگان	۰,۰۱	-۲.۲	کاهشی	تائید	۹,۲	Yt =152.3 - 0.92* t	
همدان	۰,۰۴	-۱,۷	کاهشی	تائید	۷,۴	Yt =115.8 - 0.74* t	
کرمان	۰,۰۰۸	۱,۶	افزایشی	تائید	۵,۳	Yt =46.85 + 0.53۱*t	
کرمانشاه	۰,۰۱	-2.1	کاهشی	تائید	۱۱,۶	Yt =132.2 - 1.1۶*t	
مشهد	۰,۰۰۷	-1.4	کاهشی	تائید	۲,۹	Yt =85.7 - 0.29	
ارومیه	۰,۰۲	-۱,۹	کاهشی	تائید	۷,۸	Yt =143.3 - 0.785*t	
رشت	۰,۰۰۴	-1.6	کاهشی	تائید	۱۱,۸	Yt =207.0 - 1.18*t	
شیراز	۰,۰۹	-1.3	کاهشی	تائید	۰,۵	$Yt = ۱۱.۵۹ - ۰.۰۵ * t$	
تبریز	۰,۰۳	-1.8	کاهشی	تائید	۰,۴	$Yt = ۹.۳ - ۰.۰۴ * t$	
تهران	۰,۶۵	0.4	افزایشی	تائید	۰,۷	$Yt = ۱۴.۲۴ + ۰.۰۷ * t$	
یزد	۰,۰۰۳	-2.7	کاهشی	تائید	۲,۱	Yt =17.74 - 0.2۱*t	
زاهدان	۰,۰۱	-2.3	کاهشی	تائید	۲,۷	Yt =24.63 - 0.277*t	
زنجان	۰,۰۰۲	-2.8	کاهشی	تائید	۱۲,۷	Yt =156.9 - 1.27*t	

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

جدول(۴) بررسی روند داده های بارش در فصل بهار و تابستان طی دوره آماری ۶۰ ساله با استفاده از آزمون خطی من-کندال

بررسی روند در داده های بارش ۶۰ ساله ۱۹۵۱-۲۰۱۰دوره تابستان ایستگاه ها با استفاده از آزمون خطی من - کندال							
نام ایستگاه	p-value	z	نوع روند	نتیجه آزمون	میزان تغییر در هر ۱۰ سال	معادله خط	
اهواز	۰,۰۱	-2.2	کاهشی	تائید	۰,۱	Yt =-0.086- 0.0۱*t	تابستان
بندرعباس	۱,۵	۰,۰۶	افزایشی	تائید	۰,۳	Yt = 4.10 +0.032*t	
بوشهر	۰,۰۸	۱,۳	افزایشی	تائید	۰,۱	Yt =-0.262 + 0.01*t	
همدان	۰,۰۰۱	3.03	افزایشی	تائید	۱,۸	Yt =0.32 + 0.18*t	
کرمان	۰,۰۴	-1.6	کاهشی	تائید	۰,۸	Yt =4.64 - 0.081*t	
مشهد	۰,۰۰۴	2.5	افزایشی	تائید	۰,۷	Yt =0.55 + 0.۷1*t	
رشت	۰,۰۸	-۱,۳	کاهشی	تائید	۸,۷	Yt =292.7 - 0.877*t	
شاهرود	۰,۰۸	1.3	افزایشی	تائید	۰,۶	Yt = 5.02 + 0.0607*t	
یزد	۰,۰۰۰۰۲	۴,۶	افزایشی	تائید	۰,۴	$Yt = ۲۰.۰۱ + ۰.۰۴ * t$	

نتایج کلی

ارزیابی داده‌های میانگین بارش، چولگی و ضریب تغییرات مربوط به آن در ۲۷ ایستگاه سینوپتیک در فصل بهار و تابستان در بازه های زمانی مورد نظر نشان می دهد که بطور کلی از شمال و شمال غرب به سوی مرکز، جنوب، جنوب شرق و شرق از میانگین بارش کاسته می شود و به مقدار ضریب تغییرات و چولگی بارش افزوده می گردد که با نتایج کار ناهید و غلام رسول در پاکستان همخوانی دارد. مقایسه الگوهای میانگین بارش بهاره دو دوره ۳۰ ساله، نشان می‌دهد که سواحل کاسپین و نیمه غربی نسبت به سایر مناطق، در دوره دوم بیشترین کاهش را داشته اند. به غیر از حوزه کاسپین در بقیه ایستگاه ها میانگین بارش بهاره بیشتر از میانگین بارش دوره تابستان است که با تحقیقات حسنین و المزروعی در عربستان همخوانی دارد. با وجود این بر خلاف نظر حسنین و المزورعی که بیان کردند، ارتفاعات در میزان بارش تاثیر گذار نیست، در ایران ارتفاع نقش مهمی در میانگین بارش ایفا می کند که با نظر کادیوگلو در ترکیه مبنی بر تاثیر آرایش ارتفاعات و دوری و نزدیکی به دریا در توزیع فصلی بارش همخوانی دارد. نتایج نشان می دهد که تقریبا تفاوت بارز و آشکاری در ویژگی های بلند مدت بارش و تغییرات آن وجود دارد. بطوری که میزان این تغییر پذیری در تابستان بویژه در نواحی مرکزی، شرقی و جنوب شرقی کشور کمتر است که با نتایج کار مدرس و همکاران و زویراو در اروپا همسو است. الگوی کلی حاکم بر سواحل جنوبی دریای کاسپین در فصل تابستان نشان می دهد که ضریب تغییرات از نواحی غربی به سوی نواحی مرکزی کاهش و سپس به سوی شرق افزایش می یابد. بنابراین باید انتظار داشت که تأثیر سامانه های جوی از نواحی غربی کاسپین به سوی نواحی مرکزی افزایش یافته و بارندگی های همرفتی را به سوی سواحل مرکزی این دریا انتقال داده باشد. دیده می شود در فصل بهار به غیر از دو ایستگاه بندرعباس و تهران که نسبت به ۳۰ ساله اول ۱ میلی متر افزایش در میانگین بارش را تجربه کرده اند، مابقی ایستگاه ها در ۳۰ ساله دوم با کاهش این پراسنج مواجه بوده اند. همچنین در فصل تابستان ۷ ایستگاه در دوره ۳۰ساله دوم، بین ۱ تا ۲۳ میلی متر افزایش میانگین بارش داشته اند که به غیر از بوشهر، بقیه آن ها در نیمه شمالی و غربی واقع شده اند، و نشان دهنده تاثیر برهم کنش بیشتر مونسون در این نواحی با عبور هوای سرد لایه های میانی وردسپهر در عرض های میانی در ۳۰ ساله دوم است. برخلاف پژوهش انجام شده توسط

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

احمدی و همکاران، نتایج نشان داد که بیشترین مقدار کاهش میانگین بارش در حوزه کاسپین مربوط به انزلی و سپس رشت است و ایستگاه گرگان در مرتبه بعدی قرار دارد. بررسی ها نشان می دهند که در دوره ۱۰ ساله دوم نسبت به بازه۱۰ ساله اول به غیر از سه ایستگاه شهرکرد، تهران و جاسک در فصل بهار و جاسک و شاهرود در تابستان که با افزایش نسبی در میانگین بارندگی مواجه بوده اند، بقیه ایستگاه ها کاهش در میانگین بارش را تجربه کرده اند که با نتایج کار عساکره و رزمی همخوانی دارد. در مجموع مقدار کاهش پراسنج مورد نظر در نیمه شمالی و غربی کشور بیشتر بوده است. نتایج تفاضل میانگین بارش دهه ای دوره بهار و تابستان و مقایسه آن با میانگین دراز مدت ۶۰ ساله بر حسب درصد، نشان می دهد که با وجود رخداد بیشترین کاهش این پراسنج در حوزه کاسپین، شمال غرب و غرب و کمترین مقدار آن در حوزه مرکزی، جنوبی و شرقی، تاثیر زیانبار آن بر منابع آب و خاک، حیات گیاهی-جانوری، اجتماعات انسانی و فعالیت آنها خیلی بیشتر از نواحی شمالی و غربی است. نتایج روندیابی نشان می‌دهد که نیمه شمالی و غربی کشور در فصل بهار و تابستان، بیشترین روند کاهشی را تجربه کرده اند جدول(۳).بنابر این تغییر اقلیم را برای سواحل کاسپین و نیمه غربی تائید می کند.

منابع

آذرخشی، مریم، جلیل فرزادمهر، مهدی اصلاح، حسین صحابی،(۱۳۹۲). **بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران**، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶،ش (۱): صص۱۶-۱.

فرشاد احمدی، احمد، فریدون رادمنش، رسول میر عباسی نجف آبادی (۱۳۹۵). **بررسی تحلیل روند بارندگی نیمه شمالی کشور در نیم قرن اخیر- نشریه آب و خاک**، ج ۲۶(۱و۲): صص ۲۴۴-۲۰۴

عساکره، حسین و رباب رزمی (۱۳۹۱). **تحلیل بارش سالانه شمال غرب ایران، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی**،سال۲۳،پیاپی ۴۷، شماره ۳:صص ۱۶۲-۱۴۷

میر عباسی نجف آبادی، رسول، دین پژوه، یعقوب (۱۳۹۱). **تحلیل روند تغییرات بارش های شمال غرب ایران در نیم قرن گذشته** ،علوم و مهندسی آبیاری(مجله علمی کشاورزی)،ج۳(۴):صص ۹۵-۵.

نصرآبادی، اسماعیل (۱۳۹۶). **واکاوی توزیع فراوانی چهار دهه بارش روزانه ایران، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی**،سال۲۸،پیاپی ۶۷، شماره ۳:صص ۱۵۸-۱۴۷

Deng. Y, GAO. T, GAO, H, Yao. X, Xie. L (۲۰۱۲) Regional **precipitation variability in East Asia related to climate and environmental factors during 1979-2012**. *Scientific Reports, 4:1-13.*

Arpe. K, S. Leroy, H. Lahijani, V. Khan) 2012), **Impact of the European Russia drought in 2010 on the Caspian Sea level.** *Hydrology and Earth System Science, 16*: 19-27.

Hasanean. H, M. Almazroui (2015), Rainfall: **Features and Variations over Saudi Arabia**, a Review, Climate Science Journal, 3(3), 578-626.

Zveryaev (2004). **Seasonality in precipitation variability over Europe**. Journal of Geophysical Research, 109:1-16.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]

Kadioglu. M (2000). **Regional variability of seasonal precipitation over Turkey**, International Journal of Climatology, 20: 1743–1760

Modarres. R, A. sarhadi (2009). **Rain fall trends analysis of iran in the last half of the twentieth century** .Jurnal of Geophysical, V 114: 1-9.

Modarres. R, Silva V (2007) **Rainfall trends in arid and semi-arid regionsbof Iran, Arid.** Enviroments; Jurnal of arid environments (70): 344-355.

Naheed. G, Ghulam. R (2011). **Investigation of Rainfall Variability for Pakistan.** Pakistan Journal of Meteorology, 7(14):25-32.

Toreti. A, G. Fioravanti, W. Percontia, F. Desiatoa (2009). **Annual and seasonal precipitation over Italy from 1961 to 2006**, International Journal of Climatology, 29: 1976–1987.

Wang. B, R.Wu, K.M. Lau (2001). **Interannual Variability of the Asian Summer Monsoon: Contrasts between the Indian and the Western North Pacific–East Asian Monsoons**, Journal of Climate: Vol. 14(20): 4073-4090.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.55.10.2]

[DOI: 10.29252/jgs.19.55.79]